

Mercè Izquierdo . (1995). Aula de Innovación Educativa. [Versió electrònica]. Revista Aula de Innovación Educativa 43

La V de Gowin como instrumento para la negociación de los lenguajes

Mercè Izquierdo

En este artículo se propone utilizar la V de Gowin para centrar la atención de profesores y alumnos en las características del conocimiento tal como lo presentan actualmente las ciencias cognitivas: un conocimiento que sea algo más que información, que sea dinámico y utilizable. Un conocimiento con estas características ha de vincularse intencionadamente con hechos, problemas y situaciones del mundo real sobre las cuales nos preguntamos.

Desde esta perspectiva, el proceso de construcción del conocimiento científico escolar se nos presenta como una dinámica de preguntas- respuestas que se produce en un marco concreto: la clase de ciencias. Las explicaciones científicas escritas deben conectar significativamente con este proceso, y deben ser consideradas respuestas argumentadas a preguntas especialmente bien formuladas.

Creemos que el uso sistemático de esta V algo modificada respecto a la propuesta inicial de Gowin ayudará a razonar sobre los hechos a conciencia, es decir, de acuerdo con una finalidad, y procurando que el razonamiento sirva para vincular significativamente unos hechos con otros, unas ideas con otras y hechos e ideas, entre sí.

1. ¿Para que se aprenden ciencias?

Los niños y las niñas acuden a la escuela con ganas de aprender. Mientras son pequeños preguntan espontáneamente toda clase de cosas al profesor; si se les pide que dibujen, lo hacen según su inspiración y son capaces de ofrecer explicaciones sobre sus producciones; si se trata de interpretar los fenómenos que conocen, elaboran explicaciones imaginativas y acertadas... Pero a medida que crecen van perdiendo este interés y llega un momento en que realmente parece que ya no sepan para qué están en la escuela. Actúan como si sólo se tratara de almacenar información en la cual confían poco, más allá de aprobar los exámenes correspondientes; y no parecen considerar que los conocimientos que aprenden les son o les serán útiles. Esta actitud no mejora en la universidad, sino todo lo contrario: los estudiantes se convierten allí en magníficos copiadores de apuntes, apenas leen ni escriben y continúan confiando poco en la utilidad futura de sus estudios.

Si estamos de acuerdo en que este análisis algo simplista y excesivamente general contiene algo de verdad, deberíamos preguntarnos cuál es la causa de esta evolución tan negativa y, sobre todo, si podemos hacer algo para ponerle remedio. Como la pérdida de sentido de la enseñanza empieza, a menudo, en la Secundaria, es en esta etapa cuando se debe empezar a solucionar este problema. La elaboración de textos escritos utilizando la V como guía puede ayudar a consolidar el conocimiento estructurado y aplicable que se elabora en una clase de ciencias de orientación constructivista. El lenguaje es la vía privilegiada a través de la cual se consolidan finalmente los conceptos, siempre fluctuantes, que los alumnos utilizan para interpretar los fenómenos que se estudian en la clase de ciencias; la V puede ayudarles a expresar su estructuración en ideas y modelos teóricos y su utilidad, al mostrar cómo se vincula al mundo real.

Un conocimiento dinámico, que sea algo mas que información

En nuestra propuesta no se concibe el conocimiento sólo como información, puesto que si fuera así tendríamos un conocimiento inerte, que no se sabría aplicar; lo concebimos dinámico, útil, con finalidad. Un conocimiento de este tipo tiene determinadas características y la más importante es que es "para algo", y que los hechos, conceptos y modelos teóricos que lo constituyen están organizados para conseguirlo. Constituye así un conjunto de ideas y fenómenos que tiene una finalidad y puede considerarse un conocimiento "diseñado para...". Las finalidades que tendrán interés para los alumnos jóvenes estarán relacionadas, probablemente, con aplicaciones de las ciencias y por esto es muy importante la relación entre las ciencias y la tecnología en la etapa de la Secundaria Obligatoria. Este planteamiento puede parecer, quizás, excesivamente utilitarista y contrario a la meta de las ciencias puras, que es "interpretar el mundo". Sin embargo, en mi opinión, esta meta sólo ilusiona cuando ya se ha andado mucho camino, cuando ya se ha comprobado vivencialmente que "interpretar" produce satisfacción y es también el mejor instrumento posible para actuar razonablemente; pero si se obliga al alumnado a aceptarla prematuramente, podríamos desvirtuar y obtener resultados contrarios a nuestros deseos.

Un conocimiento teórico y, por tanto, abstracto, impuesto a priori, no responde a ninguna pregunta; es sólo información que viene de fuera y que difícilmente puede ser activada para pensar sobre el mundo. En cambio, el conocimiento estructurado que habrá emergido como resultado de "enseñar para algo", año tras año, llegará a ser para el alumno el fundamento que le permitirá continuar aprendiendo; poco a poco podrá manejar un conocimiento cada vez más abstracto, que será útil precisamente por serlo, sin que haya dejado nunca de ser dinámico.

2. ¿Con que intencion nos planteamos preguntas en la clase de ciencias?

Para aprender es necesario preguntar, pero las preguntas se formulan en situaciones diversas y con intenciones también diversas: un problema que debemos resolver (¿Con qué inclinación debe disparar un proyectil para que alcance el blanco?), algo que no sabemos explicar (¿Por qué se mantiene constante la temperatura del agua mientras hierve?), un hecho complejo que queremos narrar oralmente o por escrito (¿Por qué los desiertos aparecen sólo en determinadas zonas del planeta?), un producto que queremos obtener (¿Cómo fabricar: unos cristales de cobre, un instrumento o máquina que funcione, una colección de minerales?). Podemos ver que en cada caso lo que andamos buscando es diferente.

En cada caso podríamos generar una secuencia de preguntas y respuestas y no es difícil advertir que las que se refieren a un mismo tema tendrán algo en común. Pero aún hay más: veremos que, por diversas que sean las preguntas, todas las respuestas deben tener algo en común, que son los requisitos propios del conocimiento dinámico y aplicable. Este conocimiento debe dar razón de los siguientes aspectos:

- Lo que tenemos y la finalidad de lo que buscamos.
- La estructura de ideas y de procedimientos subyacente en las preguntas y respuestas (el modelo teórico o representación mental del fenómeno y de nuestra actuación sobre él).

- Las situaciones reales que se conocen y que corresponden a una misma estructura conceptual y procedimental.
- Los argumentos que relacionan los hechos, procedimientos e ideas mediante razonamientos.

Es fundamental enseñar estos requisitos para que todo el proceso de formular preguntas y de responderlas no sea un dar palos de ciego y conduce a, en cambio, al conocimiento estructurado e intencionado que buscamos, que se pueda aplicar (pues para eso se elaboró) y que sea fácil de recordar.

3. ¿Cuáles son las mejores preguntas?

Seleccionar la pregunta pensando en la respuesta

Una vez que hemos reconocido la gran diversidad de preguntas intencionadas y la unidad en las respuestas, aparece clara una doble necesidad: ordenar las preguntas según una tipología que nos permita reconocer cuáles son las más apropiadas para la clase de ciencias; y proponer una estrategia de respuesta. Vamos a ver en este apartado el primero de estos aspectos; la estrategia para elaborar respuestas se discutirá en el apartado siguiente, mediante la V.

La finalidad de las preguntas determina el marco de la respuesta. La intervención del profesor deberá encaminarse a que los alumnos reconozcan en el marco "clase de ciencias" y desarrollen un criterio para adecuar sus preguntas a él. Una vez que nos hemos situado en este marco, las preguntas más adecuadas son aquellas que permiten desarrollar la estructura procedimental y de ideas propia de las ciencias, es decir, las teorías científicas. Desde esta perspectiva, adquieren importancia las preguntas sobre "hechos paradigmáticos" (HP), es decir, los hechos que son importantes en la vida cotidiana y que mejor pueden razonarse mediante los modelos teóricos de las ciencias, o incluso que ellos mismos pueden interiorizar originando un incipiente modelo que se irá desarrollando progresivamente.

Veamos algunos de estos hechos (que deberían concretarse al ser presentados a los alumnos). Todos ellos pueden conectar fácilmente con aplicaciones prácticas.

Respecto a materiales:

- Hay materiales sólidos, líquidos y gaseosos. Cuando se calientan, algunos pueden cambiar fácilmente de estado de agregación, y otros, no.
- Los gases no tienen ni forma ni volumen propios. Los líquidos tienen volumen propio, pero no forma propia. Los gases y los líquidos son fluidos. Los sólidos tienen forma y volumen propios.
- Aparentemente, los cuerpos pierden peso cuando están sumergidos en un fluido en el cual no son solubles.
- Las sustancias tienen propiedades características que permiten reconocerlas, por ejemplo, la densidad.
- Los materiales pueden adquirir carga eléctrica y algunos pueden conducir la electricidad

Respecto a seres vivos:

- La estructura y la función de un órgano están relacionadas.
- Los seres vivos se nutren, se relacionan y se reproducen.
- Existe una relación entre el medio físico y los organismos que viven en él.
- Hay una relación entre los organismos que viven en un mismo medio.

Al concretar los hechos paradigmáticos, cabe destacar: el resultado de un proceso (la obtención del cloruro de cobre a partir del óxido de cobre); el instrumento que se utiliza (el termómetro o la balanza); la acción que se realiza (hacer una disección); la causa del fenómeno (el comportamiento peculiar de los cuerpos en la Luna permite diferenciar entre peso y masa).

Las preguntas pueden diferenciarse por la actividad cognitiva que requieren del alumno. Comparemos, por ejemplo, las cuatro siguientes:

1. ¿Cuál de estos minerales es calcita?
2. ¿Por qué se mantiene constante la temperatura del agua mientras hiere?
3. ¿Cuáles son las mejores condiciones para el crecimiento de una planta?
4. ¿Por qué crees que en el Ecuador siempre es verano?

En la primera se le pide que detecte regularidades como resultado de la experimentación y que las interprete mediante sus conocimientos previos. En la segunda pregunta se le pide que justifique el fenómeno, conectando los hechos que observa con las teorías que conoce. En la tercera debe utilizar un razonamiento hipotético-deductivo y realizar las experimentaciones necesarias para contrastar las hipótesis. En la cuarta, el alumno debe explicar algo que no conoce aún totalmente, buscando el modelo teórico más apropiado y ajustándolo adecuadamente a la situación problemática que se le propone.

Una vez presentada la diversidad de preguntas en el marco de clase de ciencias, veamos cómo puede conseguirse que la elaboración de respuestas permita que todas ellas contribuyan a la construcción de un conocimiento dinámico y fácil de recordar. Utilizaremos la V de Gowin como guía para conseguirlo.

4. ¿Qué es la V de Gowin?

Bob Gowin, un profesor norteamericano de la universidad de Cornell, diseñó hacia 1970 un diagrama que se denominó "V heurística", y propuso utilizarlo para "aprender a aprender" puesto que podía ser utilizado para ayudar a los alumnos a interpretar lo que hacían en las clases de ciencias.

Hemos visto que la dinámica de preguntas-respuestas es fundamental, puesto que con ella se elaboran razonamientos intencionados. La pregunta supone ya la existencia de un marco conceptual o modelo teórico (una determinada visión del mundo)

en el cual la pregunta tiene sentido y en el cual deberá formularse la respuesta a la pregunta. Como se trata de la clase de ciencias y el conocimiento científico es experimental además de teórico, la respuesta a la pregunta requiere actuar sobre los objetos o acontecimientos sobre los cuales nos preguntamos y pensar sobre ellos mediante teorías. Para ello se han de planificar y ejecutar experimentos que tengan sentido e interpretar los resultados obtenidos para responder a la pregunta inicial. Este proceso puede requerir en algún caso la introducción de cambios en los esquemas teóricos iniciales (si los datos obtenidos no pueden interpretarse en el esquema inicial) y en este caso deben "inventarse" nuevos conceptos y relaciones.

El diagrama en V es un esquema que reproduce estos componentes del conocimiento científico. Según la adaptación que propongo aquí, reproduce también los requisitos del "Conocimiento para algo".

Si dibujamos una V en una hoja de papel, veremos que la divide en cinco regiones ([Cuadro 1](#))

- El vértice de la V (1), donde vamos a describir aquello sobre lo cual nos preguntamos.
- Encima de su abertura (2) escribimos la pregunta y las finalidades.
- En la zona de la izquierda (3), escribiremos sobre el marco conceptual en el que se ha formulado la pregunta (conceptos, principios, teorías, objetivos) y otros casos, ejemplos o analogías que se consideren parecidos a aquel sobre el que nos preguntamos. Todo ello da sentido a la experimentación que se emprenderá para responder a la pregunta (lo que pensamos o estructura del conocimiento).
- En la zona de la derecha (4) describimos el procedimiento que se sigue en la experimentación: cómo recoger los datos, cómo transformarlos, cómo generalizar los resultados (lo que hacemos o estructura del proceso).

-En la abertura misma de la V (5) escribimos la respuesta argumentada (pondremos ahí un signo que remita al texto, el cual colocaremos fuera de la V por razones de espacio). La doble flecha representa el conjunto de argumentos que relacionan el hacer y el pensar (los hechos y las teorías) y que configuran la explicación final.

La V nos recuerda que lo más importante para construir conocimiento es formularse preguntas con la intención de responderlas y también cuáles son los requisitos de una buena respuesta. La calidad de estas preguntas y su conexión con una finalidad y un modelo teórico-procedimental explícito va a ser a partir de ahora la variable que vamos a analizar. De ella dependerán las características de los significados que se construyan y su operatividad.

Todas las ciencias buscan cómo superar la anécdota de los diferentes fenómenos mediante el establecimiento de esquemas conceptuales que se vertebran en unos pocos principios generales que les dan sentido. Intentan conseguir la mayor economía posible de pensamiento, buscando la manera de reunir en un solo esquema, siempre que sea posible, el mayor número posible de ideas sobre los hechos del mundo físico y biológico. También esto es importante en la clase de ciencias y la V recoge este aspecto al solicitar que el alumno piense en otras situaciones similares a la que está considerando.

La V se adapta a la dinámica mental que el profesor o profesora está intentando activar y contribuye a la elaboración de las explicaciones científicas, a la creación de discurso científico en el aula. En consecuencia, las V de los alumnos pueden no ser correctas en un primer momento, pero deben evolucionar a partir de la discusión y de la corrección colectiva de los errores, hasta llegar a representar, en la respuesta argumentada (la "quinta zona" de la V), la interpretación "pactada" (la justificación) de los fenómenos estudiados en clase.

Es importante que esta interpretación incluya los valores que fundamentan todo el aprendizaje de las ciencias: la responsabilidad en la intervención en el mundo; la aplicación de los conocimientos para mejorar las condiciones de vida; el deseo de comprender lo que ocurre a nuestro alrededor con el máximo rigor. Por eso, en la conclusión deben aparecer también "juicios de valor".

Esta V que incorpora los requisitos de un conocimiento dinámico y aplicado, pone de manifiesto que ya desde el primer momento los datos empíricos deben ser presentados junto con los razonamientos y las finalidades que los vertebran; es decir, enmarcados por una teoría, aunque sea muy sencilla. Nos ayuda a mostrar a los alumnos que el conocimiento tiene una estructura subyacente, que es más que un mero reflejo del mundo. Cada V finalizada es en ella misma un documento valioso, que contribuye, además, a la elaboración de textos científicos pactados y con sentido; y ésta es la actividad más importante en la clase de ciencias constructivista.

5. ¿Debemos aceptar cualquier tipo de respuesta?

La V de Gowin revela que no todas las respuestas son válidas en una clase de ciencias. Vamos a ver tres posibles dificultades para elaborar una buena respuesta.

Adecuación al contexto

Lo fundamental es que la respuesta sea adecuada a la pregunta, y esto requiere haber reconocido previamente el marco en el cual ambas se sitúan, que en nuestro caso es la "clase de ciencias"; poco a poco y a medida que los alumnos y alumnas desarrollan los criterios necesarios, debemos ir excluyendo preguntas-respuestas que no correspondan a este contexto.

En el marco "clase de ciencias", son especialmente importantes las preguntas relacionadas con la experimentación y con la resolución de problemas. La experimentación y el trabajo de campo permiten dar contenido factual a las ciencias y por ello son absolutamente imprescindibles. Es evidente la importancia de la V para ayudar a los alumnos a pensar sobre los experimentos, puesto que fue diseñada para ello. Los problemas deben considerarse como "experimentos mentales" en los que debe resolverse una situación experimental problemática. La V, en este caso, puede ayudar a hacer más explícito el fenómeno al cual se refiere el enunciado y el marco teórico en el que se ha formulado la pregunta. La respuesta (quinta zona) será la solución del problema.

Escribir correctamente la conclusión o "respuesta argumentada"

La conclusión debe ajustarse a los requerimientos de un texto bien escrito. Destacaré tres de ellos: 1) Ha de quedar claro cuál es el tema (lo que se está diciendo); 2) el texto ha de estar bien organizado, según un esquema reconocible y relacionado con la finalidad de la pregunta (exposición, narración, justificación, explicación); 3) ha de ser correcto, sin faltas de ortografía ni de sintaxis.

Las Argumentaciones

La argumentación es un tipo de razonamiento que tiene una importante función en la comprensión del mundo, y es uno de los elementos constituyentes del conocimiento dinámico y aplicable.

Una argumentación está formada por un conjunto de razones que permiten emitir un juicio, llegar a una conclusión. En ciencias, estas razones forman parte de una teoría científica; mediante la argumentación se enlazan de la manera más rigurosa posible los fenómenos y los modelos teóricos. Los argumentos científicos no son casi nunca estrictamente formales (lógicos o matemáticos); son "informales": probabilísticos, causales, hipotético-deductivos, inductivos... y su función es hacer verosímil un modelo teórico conectándolo de manera convincente con un número creciente de fenómenos. De todos ellos, el razonamiento causal es el más importante y, de hecho, es el responsable prácticamente de la totalidad de los argumentos construidos en el aula.

Según las reglas del discurso, los argumentos "sólidos" han de ser ciertos, apropiados y completos; además, en ciencias, han de corresponder a las conclusiones experimentales. Pero no es fácil cumplir estos tres requisitos. La certeza, en ciencias, está siempre supeditada a validez de una determinada teoría a través de la cual se analizan los resultados de los experimentos. Por la misma razón, los argumentos nunca son completos, pues todos los aspectos del fenómeno que no corresponden al modelo teórico son dejados de lado. Pero todo ello no impide que sean apropiados a los objetivos que se persiguen.

Las argumentaciones pueden ser justificativas, explicativas, hipotéticas o persuasivas. Veamos los ejemplos que se habían propuesto en el segundo apartado, al considerar las diferentes demandas cognitivas que podían hacérsele al alumno. Hemos solicitado cosas diferentes: una justificación, inventarse una explicación ([1](#)), proponer una hipótesis..; en consecuencia, las argumentaciones que se generen al responder a la pregunta pueden ser justificativas (son las únicas que cumplen las cuatro características de un argumento "sólido"), explicativas o hipotéticas. Todas ellas tienen su lugar en el currículum, ya que la diversidad de argumentaciones corresponde a la diversidad de preguntas que se le formulan al alumnado. En cambio, existe otro tipo de argumentación que debemos evitar: es la persuasiva, que intenta convencer (o convencerse) mediante argumentos que no son ni ciertos (no corresponden a un modelo teórico científico), ni apropiados (corresponden a otro contexto), ni completos, ni fundamentados (son contrarios a los resultados experimentales).

6. Un ejemplo

Veamos un ejemplo de todo lo que se ha expuesto en este artículo ([Cuadro 2](#)).

Vamos a razonar sobre un hecho: Un cubito de hielo que flota en un vaso de agua y un cubito de aceite que se hunde en aceite líquido. Como se trata del marco "clase de ciencias", este razonamiento conectará con los conceptos como material, estados de agregación, densidad, flotación... La finalidad de este estudio podría ser reconocer los efectos de los cambios de estado del agua en la naturaleza y su impacto físico-químico, tecnológico, económico... Las preguntas podrían ser, por ejemplo, las siguientes:

¿Crees que aumentará el nivel del agua cuando el cubito se haya fundido totalmente? ¿Y el del aceite, cuando se haya fundido el aceite sólido? (Se debe formular una hipótesis) ¿Por qué se comportan de manera diferente los dos cubitos? (Se pide una justificación, si los alumnos ya tienen los conocimientos necesarios)

¿Por qué crees que se funde el hielo cuando se le hecha sal, pero a la vez se enfriá? (Una posible explicación, puesto que los alumnos no poseen aún toda la información necesaria, pero sí que pueden aventurar una respuesta)

Vamos a analizar lo que da de sí la primera pregunta. Vamos a suponer, además, que la finalidad de los razonamientos que van a producirse será valorar la afirmación "Si aumentan las temperaturas de la Tierra y se funden los icebergs y los polos, muchas ciudades costeras se inundarán".

La primera respuesta que se obtenga será una argumentación hipotética que vincule los conocimientos aún incompletos sobre cambio de estado y densidad, con lo que el alumno sabe del proceso "fundir" y "flotar". A continuación va a ser necesario experimentar el ver qué pasa realmente, sin dejarse persuadir por la idea previa. Y si lo que pasa no corresponde a la previsión, deberán revisarse las ideas previas y estar dispuestos a cambiarlas, mediante nueva experimentación y discusión.

Todo esto puede llevar a poder justificar el hecho de flotar (el cubito de hielo) o de hundirse (el cubito de aceite) relacionando estos hechos con cambios de volumen al producirse el cambio de estado. Como consecuencia, se podrá justificar también ([Cuadro 2](#)) por qué cuando el cubito de agua se funde no varía el nivel del agua, y en cambio, cuando se funde el cubito de aceite el nivel aumenta. La respuesta válida que esperamos es aquella que utilice las ideas con mayor poder explicativo, que son las que tienen más ejemplos. Finalmente, deberemos reconocer que la previsión de inundaciones si se funden los hielos sólo afectaría respecto de los hielos que no se encuentran flotando en el mar.

Podemos ver en el [Cuadro 2](#), que la V de Gowin ayuda a elaborar la justificación. Los fenómenos sugieren conceptos, que pueden articularse mediante proposiciones que tienen sentido porque se fundamentan en un modelo determinado de materia: formada por partículas que se estructuran de manera diferente en estado sólido, líquido y gas, cada uno de ellos con un comportamiento diferente en cuanto a volumen y forma (y por eso con una respuesta diferente a la presión), pero siempre con masa constante. La respuesta argumentada alterna las observaciones factuales con las proposiciones teóricas y permite así obtener, finalmente, un "hecho razonado" a partir del cual puede razonarse sobre otros hechos parecidos.

Conclusiones

Descartes decía que "El lenguaje es el único signo de que hay un pensamiento latente en el cuerpo". Esta frase sugiere una estrecha relación entre escribir y pensar. La opción actual por una enseñanza que no sea sólo instrucción destaca la importancia de relacionar la teoría y la práctica. Los modelos actuales de conocimiento demuestran que sólo es posible establecer esta relación cuando el conocimiento teórico (estructurado) se construye "a propósito" y en relación a los fenómenos, sobre los cuales se puede razonar. Para esto es necesario preguntarse intencionadamente sobre ellos y elaborar respuestas satisfactorias; y para que éstas den lugar a una estructura conceptual que pueda ser recordada y que sea un instrumento para continuar formulando y respondiendo preguntas, es necesario que las respuestas se redacten por escrito.

El principal obstáculo que se le presenta al profesor es asegurar la dinámica de preguntar y responder. Para que todo el proceso tenga sentido y de nuevo de acuerdo con las ciencias cognitivas, esta dinámica debe "anclarse" en los valores y finalidades del alumno o alumna.

En este artículo se destaca la importancia de reconocer la diversidad de las preguntas y a la vez la regularidad de respuesta (el conocimiento construido), y se defiende el uso de la V de Gowin como heuristicó que orienta este proceso, por la propia estructura de la V. A tal fin se introducen algunas variantes a la idea original de Gowin: se concede autonomía a la "quinta zona de la V" o zona de argumentación (Izquierdo, 1994); se incluyen ejemplos o analogías en la zona de "pensar"; se presenta como

estructura subyacente en la respuesta tanto la parte factual como la procedimental. Finalmente, se intenta destacar la importancia de dominar el lenguaje para llegar a una argumentación final que sea satisfactoria. Esta es, en definitiva, la finalidad de la educación científica.

Hem parlat de:

Educación
Enseñanza
Ciencia
Robert Gowin
Sociedad
Estados Unidos

Bibliografia

Carey, S. (1992) : "The Origin and Evolution of Everyday Concepts". En: Giere, R. (ed.). Cognitive Models of Science. Minneapolis. University of Minnesota Press, 88-128. DI Sessa, A. (1983) : "Phenomenology and the Evolution of Intuition". En: Getner i Stevens (eds.). Mental Models. Hillsdale, N J. Lea.

Duit, R. (1991) : "On the role of analogies and metaphors in learning science". Science Education, 75 (6) 649-672.

Giere, R. (1988) : Explaining Science. A Cognitive Approach. Chicago. University of Chicago Press.

Guidoni, P. (1985): "On natural thinking". Eurj Sci. Educ., 7 (2), 133-140.

Izquierdo, M. (1992): "Qué són les Ciències?" En: Geli, A. M., Tarradellas, R. M. (eds.). Refexions sobre l'ensenyament de les Ciències naturals. Vic.

Eumo. Izquierdo, M. (1993): "The Use of Theoretical Models in the Teaching of Sciences: The Paradigmatics Facts". Comunicació: 3th International Seminar Misconception and Educational Strategies in Sciences and Mathematics. Cornell University. Ithaca (NY).

Izquierdo, M. (1993): "El llenguatge científic a la Secundària". Guix, 183, 23. Izquierdo, M. (1994) : "La V de Gowin, un instrumento para aprender a aprender (y a pensar)". Alambique, 1.

Jorba, J., Sanmartí, N. (1994) : "La función pedagógica de la evaluación". Aula. Jung, W. (1993): "Uses of Cognitive Science to Science Education". Science & Education, 2, 31-56.

Jung, W. (1993): "Uses of Cognitive Science to Science Education". Science & Education, 2, 31-56.

Keil, F.C. (1991): "The emergente of theoretical beliefs as constraints on concepts". En: Carey, S., Gelman, R. (eds.). The epigenesis of mind. London. Erlbaum. Hillsdale. Nersessian, N. (1992): "How Do Scientist Think? Capturing the Dynamics of Conceptual Change in Science". En Giere, R. (ed.). Cognitive Models of Science. Minneapolis. University of Minnesota Press, 3-44. Novak, J., Gowin, B. (1989): Aprendiendo a aprender. Madrid. Martínez Roca. Perkins. D.N. (1986) : Knowledge as design. Erlbaum: Hillsdale. London.

Pickering, A. (1989): "Living in the material world". En: Gooding, D., et al. (eds.). The uses of Experiment. Cambridge. Cambridge University Press, 175-297.

Siegel, H. (1993): "Naturalized Philosophy of Science and Natural Science Education". Science & Education, 2, 57-68.

Direcció de contacte

Mercè Izquierdo
Departament de Didáctica de la Matemática i de les Ciències Experimentals. UAB

-
1. ¿Crees que aumentará el nivel del agua cuando el cubito se haya fundido totalmente? ¿Y el del aceite, cuando se haya fundido el aceite sólido? (Se debe formular una hipótesis.)
 2. ¿Por qué se comportan de manera diferente los dos cubitos? (Se pide una justificación, si los alumnos ya tienen los conocimientos necesarios.)
 3. ¿Por qué crees que se funde el hielo cuando se le echa sal, pero a la vez se enfriá? (Una posible explicación, puesto que los alumnos no poseen aún toda la información necesaria, pero sí que pueden aventurar una respuesta.)